



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 632 995 A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 94109424.5

(11) Int. Cl.<sup>6</sup>: **A61B 6/14, A61B 6/00**

(22) Anmeldetag: **17.06.94**

(30) Priorität: **06.07.93 DE 4322483**  
**30.05.94 EP 94108334**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**11.01.95 Patentblatt 95/02**

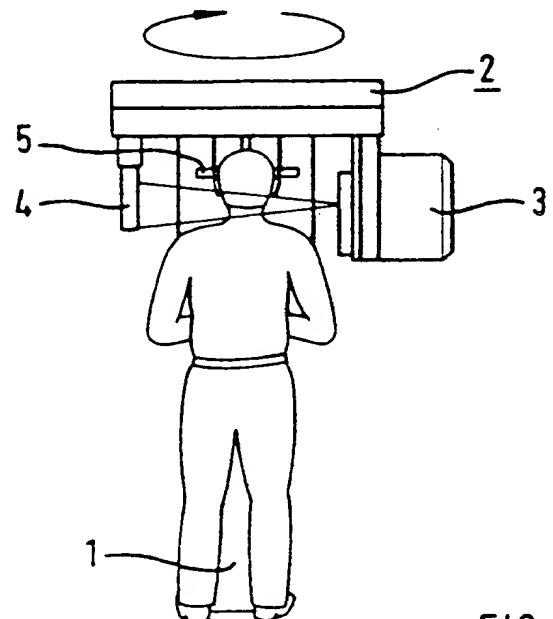
(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE FR IT SE**

(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**  
**Wittelsbacherplatz 2**  
**D-80333 München (DE)**

(72) Erfinder: **Franetzki, Manfred, Dr.-Ing.**  
**Dipl.-Phys.**  
**Nussallee 9**  
**D-64625 Bensheim (DE)**  
Erfinder: **Günther, Werner, Ing. grad.**  
**Fichtestrasse 19**  
**D-64625 Bensheim (DE)**  
Erfinder: **Plötz, Josef, Dr. rer. nat. Dipl.-Phys.**  
**Hauptstrasse 17**  
**D-64625 Bensheim (DE)**

(54) **Zahnärztliche Röntgendiagnostikeinrichtung.**

(57) Es wird eine zahnärztliche Röntgendiagnostik-einrichtung zur Erstellung von tomosynthetischen Aufnahmen von Objekten, insbesondere vom Schädel eines Patienten, vorgeschlagen, unter Verwendung eines Panorama-Aufnahmegerätes mit einem Röntgenstrahler (3) und einer diametral gegenüber dem Strahler angeordneten Aufnahmeeinheit (4). Die Einrichtung enthält Mittel (D1), die es erlauben, den Röntgenstrahler definiert in der Höhe zu verstellen und sowohl um eine senkrechte als auch waagerechte Achse derart zu verschwenken, daß ein Objekt-punkt aus mehreren, vorzugsweise in unterschiedlichen Ebenen liegenden Projektionsrichtungen durchstrahlt wird.



**FIG 1**

rung, die im vorliegenden Anwendungsfalle für die Ausführung nach Figur 2 am Querträger 11 befestigt ist. Im Falle der Version nach Figur 1 (für PAN-Aufnahmen) ist eine gleich ausgebildete Halterung (ohne Querträger 11) senkrecht an der Dreieinheit 2 (Figur 1) befestigt.

Die Zeilenkamera 4 enthält ein längliches Gehäuse 16, welches im Ausführungsbeispiel aus einem Vierkantrohr besteht und in der vorderen, der Strahlenquelle 3 zugewandten Seitenfläche 17 einen Schlitz 18 aufweist. Der Schlitz 18 befindet sich im unteren Drittel der Seitenfläche 17, wodurch die Zeilenkamera in eine vergleichsweise tiefe Ausgangsposition (sh. gestrichelte Darstellung in Fig. 2) gefahren werden kann.

Wie aus Figur 6 noch näher hervorgeht, befindet sich hinter dem Schlitz 18 im Innern des Profilrohres 16 ein strahlenempfindlicher Detektor in Form eines zweidimensionalen CCD-Sensors. An der einen Stirnseite 19 befindet sich ein zapfenförmiges Anschlußelement 20, welches mechanische und elektrische Anschlußmittel für eine elektrische und mechanische Verbindung mit dem Halter 15 aufweist. Die mechanischen Anschlußmittel enthalten eine Ringnut 21, die mit einer Kugelrastung 23 zusammenwirkt. Die elektrischen Anschlußmittel bestehen aus einem Mehrstiftstecker 22, der mit einer Steckbuchse 24 im Halter 15 zusammenwirkt. Die Steckstifte 22 sind mit dem bereits erwähnten Zeilendetektor und einer weiteren, im Inneren der Zeilenkamera 4 befindlichen Elektronik verbunden. Der Halter 15 ist so aufgebaut, daß bei aufgesetztem Zeilendetektor die Stirnseite 19 der Zeilenkamera 4 einer stirnseitigen Anschlußfläche 25 der Halterung 15 gegenübersteht.

Damit das Lösen der Zeilenkamera 4 von der Halterung 15 erleichtert ist, insbesondere ein Verkanten und damit die Gefahr einer Beschädigung der hochempfindlichen elektrischen Kontakte vermieden wird, ist eine Auswurfeinrichtung 26 vorgesehen. Diese besteht in der vorliegenden Ausführungsform aus einem Bügel, der in einem Schlitz der Gehäusewandung des Halters 15 nach außen geführt ist. Wird der Bügel bei aufgesetzter Zeilenkamera betätigt, drücken anliegende Bügelteile gegen die Stirnfläche 19 und üben so eine zentrische Kraft auf die Fläche aus, wodurch die Verbindung leicht gelöst werden kann.

Mit 30 ist eine Zentriereinrichtung bezeichnet, die einen exzentrisch im Gehäuse der Halterung gelagerten Hebel 31 enthält. Nach Einsetzen der Zeilenkamera 4 in den Halter 15 wird der Exzenterhebel 31 betätigt, wodurch eine Fläche des Exzentrers auf die in der Figur mit 32 bezeichnete Kante des Gehäuses drückt und dieses in definierter, reproduzierbarer Position hält. Obgleich im vorliegenden Ausführungsbeispiel das Gehäuse einteilig ausgebildet ist, kann das Gehäuse auch mehr-

teilig ausgeführt sein, wobei der eine, den Detektor tragende Gehäuseteil dann in der vorgenannten Weise zentriert wird. Damit kann der Detektor unabhängig vom Kameragehäuse und dessen etwaigen Montage- und Fertigungstoleranzen in bezug auf den Halter fixiert werden.

Aus Figur 6, die einen Schnitt entlang der Linie VI-VI in Figur 5 zeigt, geht der prinzipielle Aufbau der Zeilenkamera hervor. Das Gehäuse ist lichtdicht ausgebildet: der Schlitz 18 ist stirnseitig von einer lichtdichten, aber röntgenstrahlendurchlässigen Kunststoffplatte 33 bedeckt. Dahinter befindet sich im Innern ein mit einer vorgesetzten Szintillationsschicht und gegebenenfalls mit einer zwischengeschalteten Faseroptik versehener CCD-Sensor 35. Der CCD-Sensor 35 kann ein- oder mehrteilig und vorteilhafterweise als Sensormatrix aus amorphem Silizium ausgebildet sein. Ein metallischer Halter 37 verbindet den Träger 36 und das CCD-Element 35 mit einer Platine 38. Flexible Kontaktstreifen 39, z.B. aus mit Goldfasern versehenem Silicon, bewirken den elektrischen Kontakt zwischen Sensor 35 und Platine 38. Die Platine 38 enthält sämtliche, zur Ansteuerung des CCD-Sensors unmittelbar erforderlichen Bauelemente. Gegebenenfalls sind im Gehäuse noch weitere Platinen 38a, 38b angeordnet. Die von der (den) Platine(n) 38 (38a, 38b) abgehenden Leitungen führen zu den bereits erwähnten Steckstiften 22 (Fig. 5). Mit 34 sind stoßabsorbierende Elemente bezeichnet, die den Detektor 35 und die Steuerplatten 38, 38a, 38b im Gehäuse "schwimmend" lagern. Damit lassen sich die hochempfindlichen und teuren Teile bei einem unbeabsichtigten Herabfallen der Kamera vor Bruch bzw. Lösen der Kontaktverbindungen weitgehend schützen.

Wie eingangs bereits erwähnt, ist für PAN-Aufnahmen (Fig. 1) und Ceph-Aufnahmen (Fig. 2) das gleiche Grundgerät und ein und dieselbe Kamera verwendbar. Um die für eine Ceph-Aufnahme nötige Bildgröße zu erreichen, hat die Zeilenkamera vorteilhafterweise einen entsprechend längeren Sensor. Die Zeilenkamera kann so je nach Bedarf entweder am Ceph- oder am PAN-Halter angebracht werden. Zur Halterung der Zeilenkamera am Halter 15 sind verschiedene Möglichkeiten denkbar. Anstelle der gezeigten Kugelrastung kann auch eine Bajonettschaltung vorgesehen sein. Desgleichen kann anstelle eines Vierkantprofils eine andere äußere Formgestaltung für das Gehäuse der Zeilenkamera vorgesehen sein.

Zum Aufnahmeprinzip wird folgendes angesprochen:

Eine PAN-Schichtaufnahme wird in der Weise erzielt, daß die beim Überstreichen des aufzunehmenden Objekts (Kiefer) gewonnenen Signale in dem zweidimensional auflösenden Detektor aufaddiert werden, wobei das Aufaddieren der Signale -

schen Einstellung ist auch eine symmetrische Ausrichtung des Fächerstrahls möglich.

Die Figur 11 zeigt eine weitere vorteilhafte Ausführungsform, bei der die Kamera 4, wie in Figur 2 gezeigt, horizontal angeordnet und über einen Querträger 11 mit der Vorblende 12 verbunden ist. Kamera 4 und Vorblende 12 werden gemeinsam über einen Antrieb A mit der Primärblende 52 motorisch verstellt, wobei die Verstellung, wie beschrieben, im TDI-Modus erfolgt. Die Strahlenquelle 3 bleibt bei dieser Ausführungsform während der Verstellbewegung von Kamera und Primärblende ortsfest.

Wie aus einem Vergleich der Vorrichtung, wie sie in der eingangs zitierten EP-A-0 229 308 beschrieben ist, mit den Ausführungsformen der zuvor beschriebenen Figuren 1 bis 11 hervorgeht, ist gegenüber den herkömmlichen, mit Röntgenfilm und Verstärkungsfolien arbeitenden Geräten die Filmkassette durch einen elektronischen Strahlungswandler (2-dimensionaler Zeilendetektor) ersetzt. Der relativ schmale, dort eingesetzte Sensor empfängt einen vom Röntgenstrahler abgegebenen waagerechten Fächerstrahl, wobei die Anordnung von Strahler und Zeilendetektor so getroffen ist, daß sie durch beispielsweise eine Höhenverstellung des Gerätestativs vertikal am Objekt vorbeibewegt wird. Der Fächerstrahl wird dabei zunächst grob durch die strahlnahe Primärblende und danach durch eine unmittelbar vor dem Objekt platzierte, in der vertikalen Bewegung mitbewegte Objekt- oder Vorblende scharf begrenzt.

Für die Tomosynthese muß das Objekt, im Ausführungsbeispiel der zu untersuchende Schädel, aus wenigstens zwei, vorteilhafterweise aus noch weiteren Winkelrichtungen durchstrahlt werden, wobei zur Erzielung einer optimalen Verwischung die Projektionen nicht in einer, sondern in verschiedenen Ebenen liegen sollten. Praktikabel scheint, wie dies nachfolgend anhand der verschiedenen Ausführungsformen dargestellt ist, die Projektionsrichtung nach oben, unten, links und rechts zu verändern.

Die Figuren 12 und 13 zeigen in Anlehnung an die Ausführungsform gemäß Figur 2 eine erste Modifikation, bei der nicht nur, wie beschrieben, Strahlenquelle 3 und Zeilendetektor-Kamera 4 zusammen mit Vorblende 12 in der Höhe, also um das Maß  $h$ , in vertikaler Richtung verstellbar angeordnet sind, sondern bei der darüber hinaus, der hier nur symbolisch angedeutete Strahler 3, ausgehend von einer festen, waagerechten Projektionsrichtung P, seitlich und senkrecht verfahren wird. Figur 12 zeigt das senkrechte Verfahren des Strahlers. Der Strahler wird dabei auf einer vorgegebenen Kreisbahn mit dem Radius R, der dem Abstand zwischen Strahler-Fokus und Schädelmitte-Patient entspricht, um eine horizontale Achse ge-

schwenkt. Das Verschwenken erfolgt um ein bestimmtes Winkelmaß  $\alpha$ , der etwa zwischen 5 bis 15° liegen kann. Ein Objektpunkt (OP) des zu durchstrahlenden Objekts (Schädel) wird also nicht nur aus der einen (üblichen) Projektionsrichtung P, sondern noch aus weiteren, in anderen Ebenen liegenden Projektionsrichtungen ( $P_1, P_2, P_3, P_4, \dots$ ) durchstrahlt, wobei der Strahlenfänger jeweils auf das Objekt mit der dahinterliegenden Zeilendetektor-Kamera 4 gerichtet ist. Die Objektblende 12 kann vorteilhafterweise entsprechend linear mit verschoben werden. Obgleich der Zeilendetektor in seiner Position verbleiben kann, kann es vorteilhaft sein, Objektblende und Strahlendetektor mitzudrehen. Dadurch erhält man eine saubere Ausblendung an den Blendenkanten und eine optimale Strahlendetektion.

In Betrachtung der Figur 13, die das seitliche Verfahren des (hier ebenfalls nur symbolisch ange deuteten) Strahlers 3 aufzeigt, ist erkennbar, daß der Strahler, wenn er von der Position P aus nach  $P_3$  oder  $P_4$  geschwenkt wird, auch noch um eine vertikale Achse V gedreht wird. Der Drehwinkel  $\beta$  ist so bemessen, daß in den Projektionsrichtungen  $P_3$  und  $P_4$  stets eine senkrechte Durchstrahlung des Objekts gegeben ist.

In Abwandlung der erläuterten Ausführungsform könnte anstelle der Abtastung mittels der Zeilendetektor-Kamera 4 in der zuvor beschriebenen Slot-Technik mit streifenweisem Aufbau des Flächenbildes auch eine großflächige Kamera mit einem Sensor auf der Basis von amorphem Silizium verwendet werden. Dadurch könnte das streifenweise Abtasten, also die gesamte Höhenverstellung von Strahler, Objektblende und Detektor, zur Erstellung eines 2D-Bildes entfallen.

Die Figuren 14 und 15 zeigen eine weitere Ausführungsform. Im Gegensatz zu dem zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiel wird die Strahlenquelle 3 mit Ausnahme der Höhenverstellung zur Abtastung des Schädelns nicht weiter verstellt. Strahler, Blenden und Zeilendetektor bleiben hier also zueinander fixiert, während das Objekt zur Erstellung der tomosynthetischen Aufnahmen gekippt wird. Hierzu kann vorteilhafterweise der gesamte Kopfhalter 7 gegenüber der Tragstange 6 um den Winkelbetrag  $\alpha$  nach oben und unten gekippt werden. Bei dieser Verstellvariante kann man die ohnehin bereits vorhandenen Einstellmöglichkeiten für die Ohroliven und die Nasenstütze verwenden.

Die Modifikationen gemäß den Figuren 16 und 17 basieren auf der Vorrichtung, wie sie in der eingangs bereits genannten EP-0 229 308 beschrieben ist. Anstelle der Filmkassette ist vorteilhafterweise eine Zeilendetektor-Kamera 4 vorgesehen, die, wie in Fig. 1 dargestellt, vertikal angeordnet ist. Die Aufnahmen für eine Tomosynthese in

Aufnahmeeinheit (4) gekoppelt ist.

4. Röntgendiagnostikeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Strahler (3) um eine strahlerferne erste Vertikalachse (V1) auf einer vorgegebenen Kreisbahn schwenkbar und gleichzeitig gegensinnig um eine strahlernahe zweite Vertikalachse (V2) drehbar angeordnet ist (Fig. 13). 5

5. Röntgendiagnostikeinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß zum Einstellen der Projektionsrichtungen ( $P_1, P_2 \dots$ ) der Objekthalter (7) kippbar und schwenkbar gehalten ist (Fig. 14/15). 10

6. Röntgendiagnostikeinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die diametral des Strahlers (3) angeordnete Aufnahmeeinheit (4) auf einem Drehring (DR) angeordnet ist, der einerseits um eine zentrale Vertikalachse (V3) drehbar und andererseits durch Verstellmittel (M1, M2) um eine weitere Vertikalachse (V4) schwenkbar gehalten ist, und daß der Strahler (3) seinerseits um eine dritte Vertikalachse (V5) drehbar am Drehring (DR) gehalten ist. 20

7. Röntgendiagnostikeinrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Drehring (DR) an einem Träger (T) gelagert ist, der die genannte Horizontalachse (H) zum Einstellen der Projektionsrichtungen aufnimmt (Fig. 17). 30

8. Röntgendiagnostikeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß als Aufnahmeeinheit eine Zeilendetektor-Kamera (4) vorgesehen ist, die einen hinter einer schlitzförmigen Öffnung (18) angeordneten Röntgenstrahlen-Detektor (35) beinhaltet, dessen Breite der Breite bzw. Länge des aufzunehmenden Körperteils angepaßt ist, wobei Verstellmittel (D1, D4) vorhanden sind, welche die Zeilendetektor-Kamera gegenüber dem Körperteil so verstehen, daß die Schlitzöffnung entlang des Körperteils bewegt wird, wobei der von der Strahlenblende (52, 12) der Strahlenquelle (3) begrenzte Fächerstrahl synchron zur Kamerabewegung mitbewegt wird. 35

9. Röntgendiagnostikeinrichtung nach Anspruch 8, bei der der Röntgenstrahlen-Detektor ein CCD-Sensor ist, der aus ein oder mehreren Zeilen aufgebaut ist und eine vorgesetzte Szintillationsschicht enthält. 50

10. Röntgendiagnostikeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei der die Zeilendetektor-Kamera (4) so gehalten ist, daß die Schlitzöffnung (18) waagerecht verläuft und die Verstellbewegung in senkrechter Richtung erfolgt (Fig. 2, 12 bis 15). 5

11. Röntgendiagnostikeinrichtung nach Anspruch 10, bei der die Zeilendetektor-Kamera (4) einem Auslegerarm (6) zugeordnet ist, der höhenverstellbar an einem die Strahlenquelle (3) tragenden Stativ (1) gehalten ist (Fig. 2, 12, 13). 10

12. Röntgendiagnostikeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei der die Zeilendetektor-Kamera (4) so gehalten ist, daß die Schlitzöffnung (18) vertikal verläuft und die Verstellbewegung in waagerechter Richtung erfolgt (Fig. 1, 8, 9, 16, 17). 20

13. Röntgendiagnostikeinrichtung nach Anspruch 12, bei der die Strahlenquelle (3) verstellbar angeordnet ist und diese zusammen mit der Primärblende (52) um den Drehmittelpunkt (54) einer die Strahlenquelle tragenden Dreieinheit (2) verstellbar angeordnet ist (Fig. 9). 25

14. Röntgendiagnostikeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, bei der ein Panorama-Schichtaufnahmegerät (PAN-Aufnahmegerät) zur Erstellung von Kieferaufnahmen eines Patienten mit einem Ceph-Gerät zur Erstellung von Schädelaufnahmen eines Patienten miteinander kombiniert sind, indem beide Geräte mit einer gleich ausgebildeten Halterung (15) einer Zeilendetektor-Kamera (4) ausgestattet sind. 30

15. Röntgendiagnostikeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, welche zur Erstellung von einerseits Panorama-Schichtaufnahmen (PAN-Aufnahmen) vom Kiefer eines Patienten und andererseits von Fernaufnahmen (Ceph-Aufnahmen) vom Schädel eines Patienten folgende Elemente beinhaltet:

- ein Stativ (1), mit einem höhenverstellbaren Tragteil (1a);
- eine Dreieinheit (2) mit einer Röntgenstrahlenquelle (3) und einer ersten Kopfhalte- und Positioniereinrichtung (5);
- einen ersten Halter (15) für eine Zeilendetektor-Kamera (4) zur Erstellung der PAN-Aufnahmen;
- einen Auslegerarm (6), an dem eine zweite Kopfhalte- und Positioniereinrichtung (7) angeordnet ist, sowie
- einen zweiten Halter (15) mit baugleichem Anschlußteil (24) für die alternative

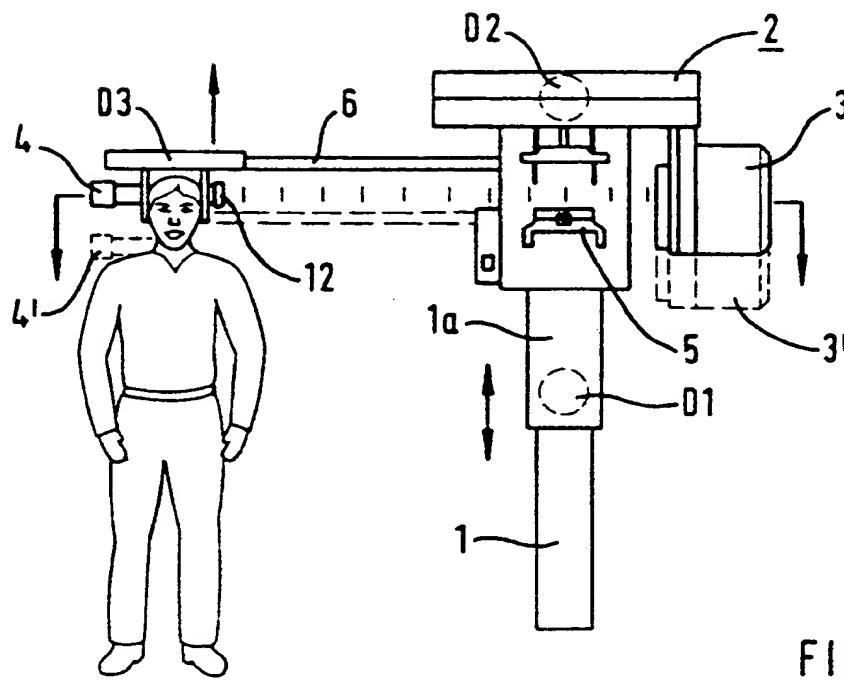
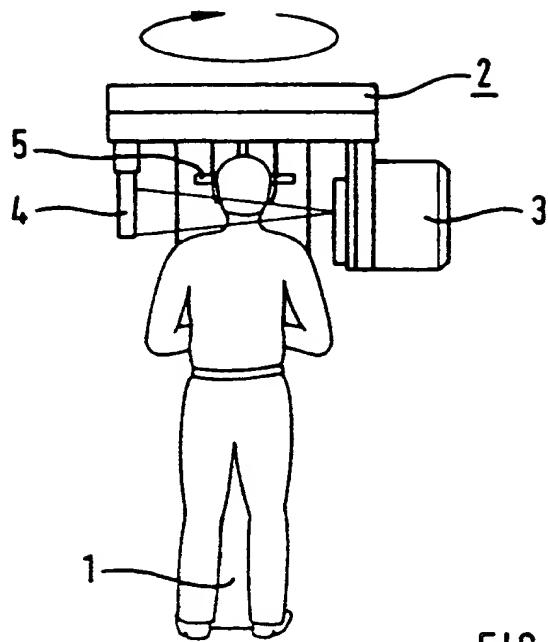
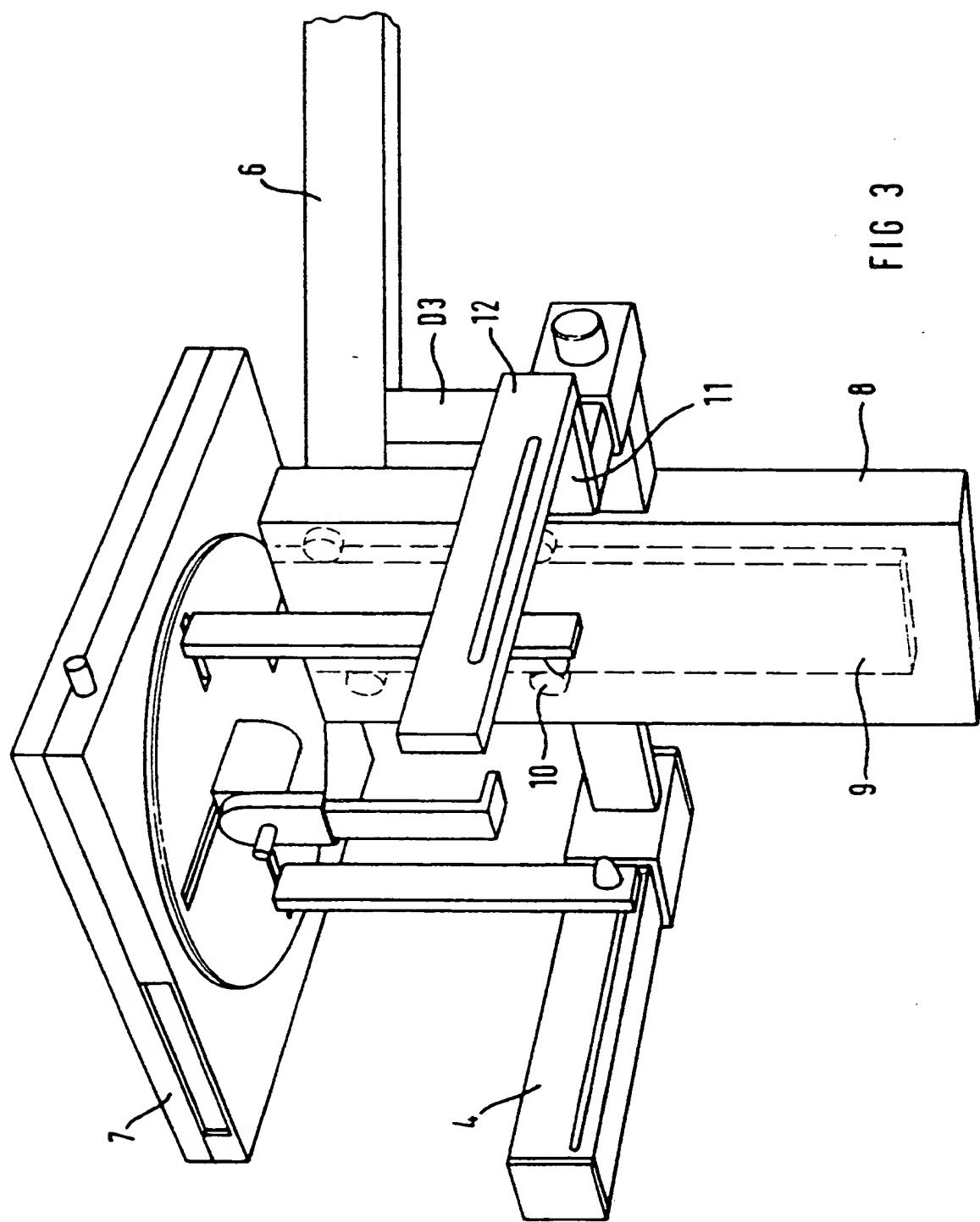
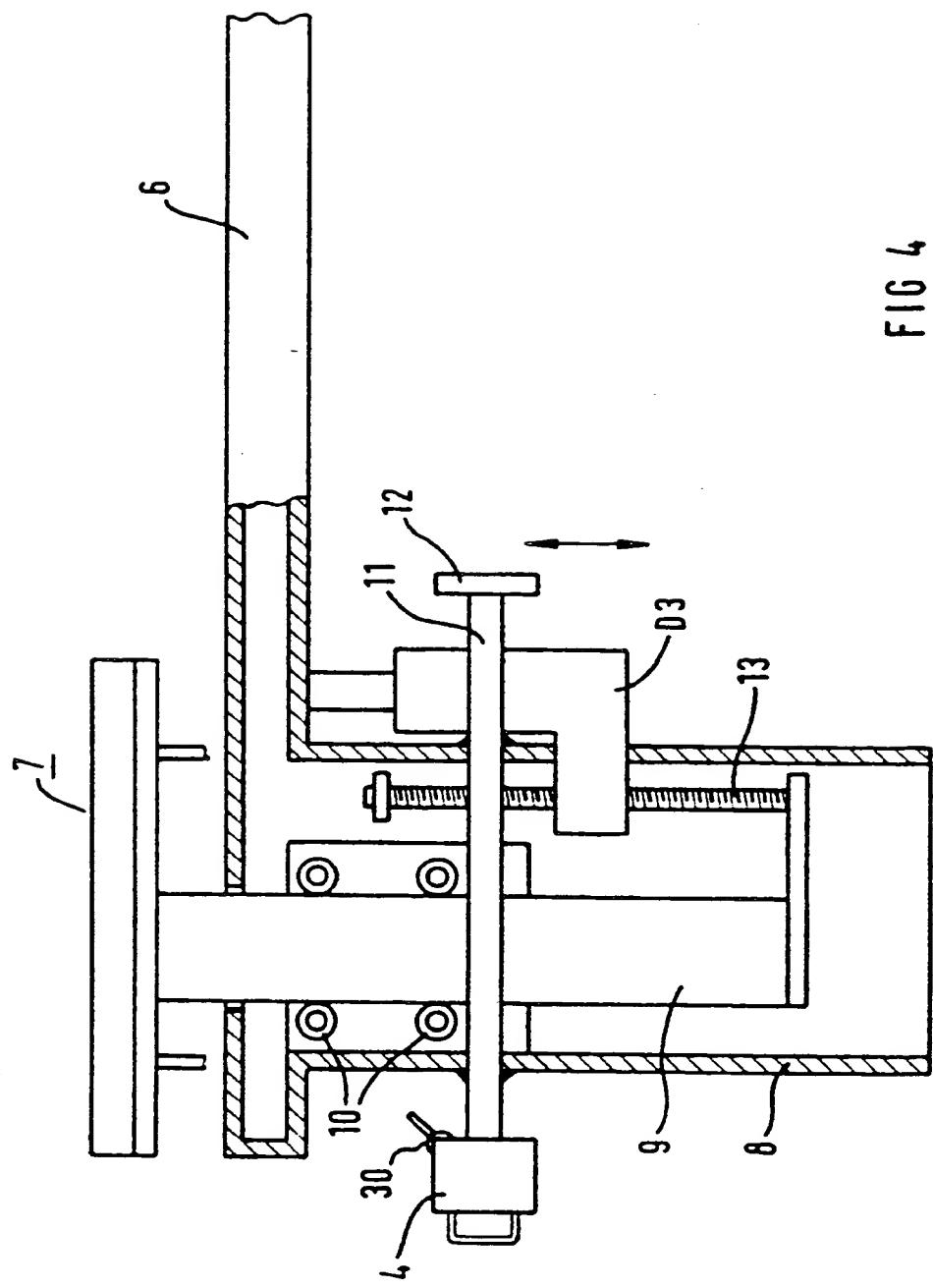
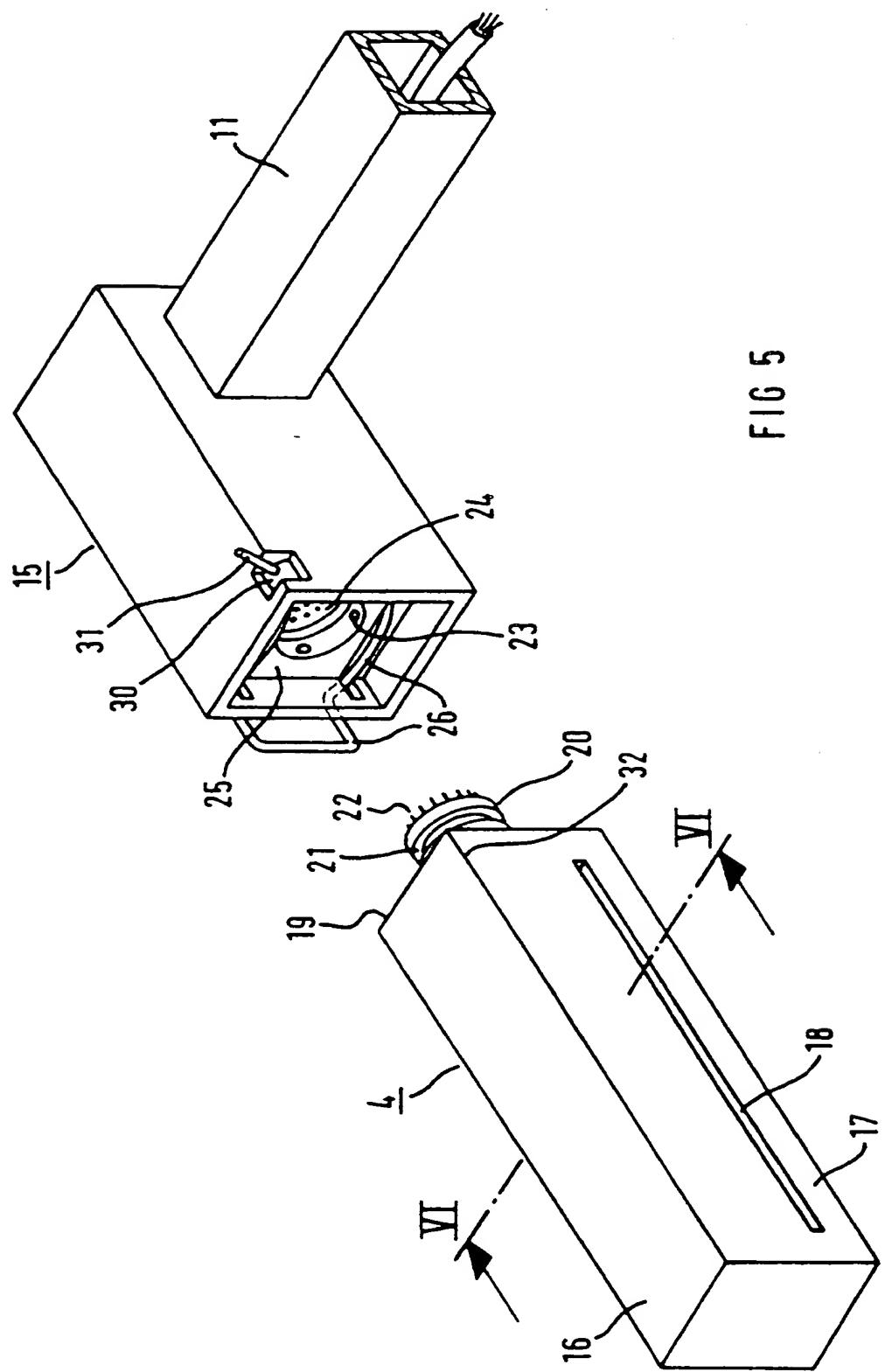


FIG 3







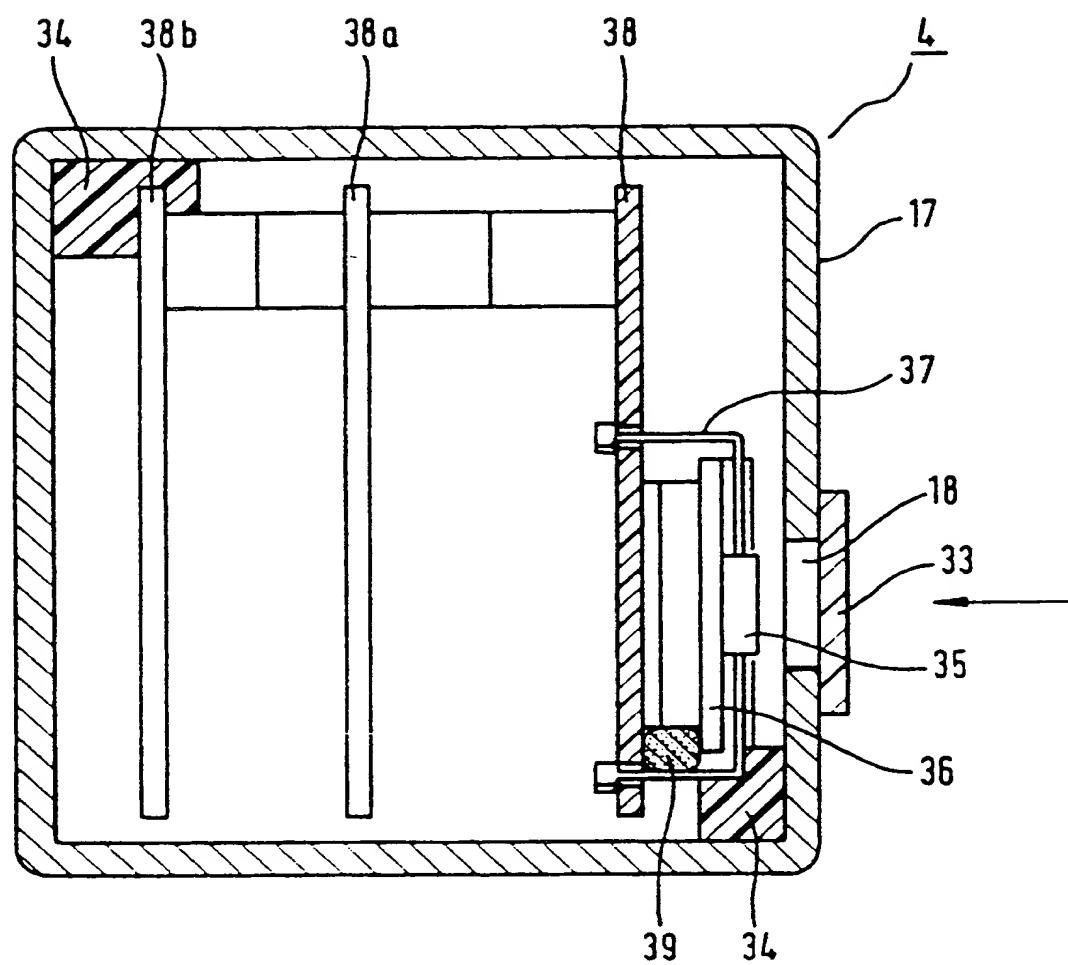


FIG 6

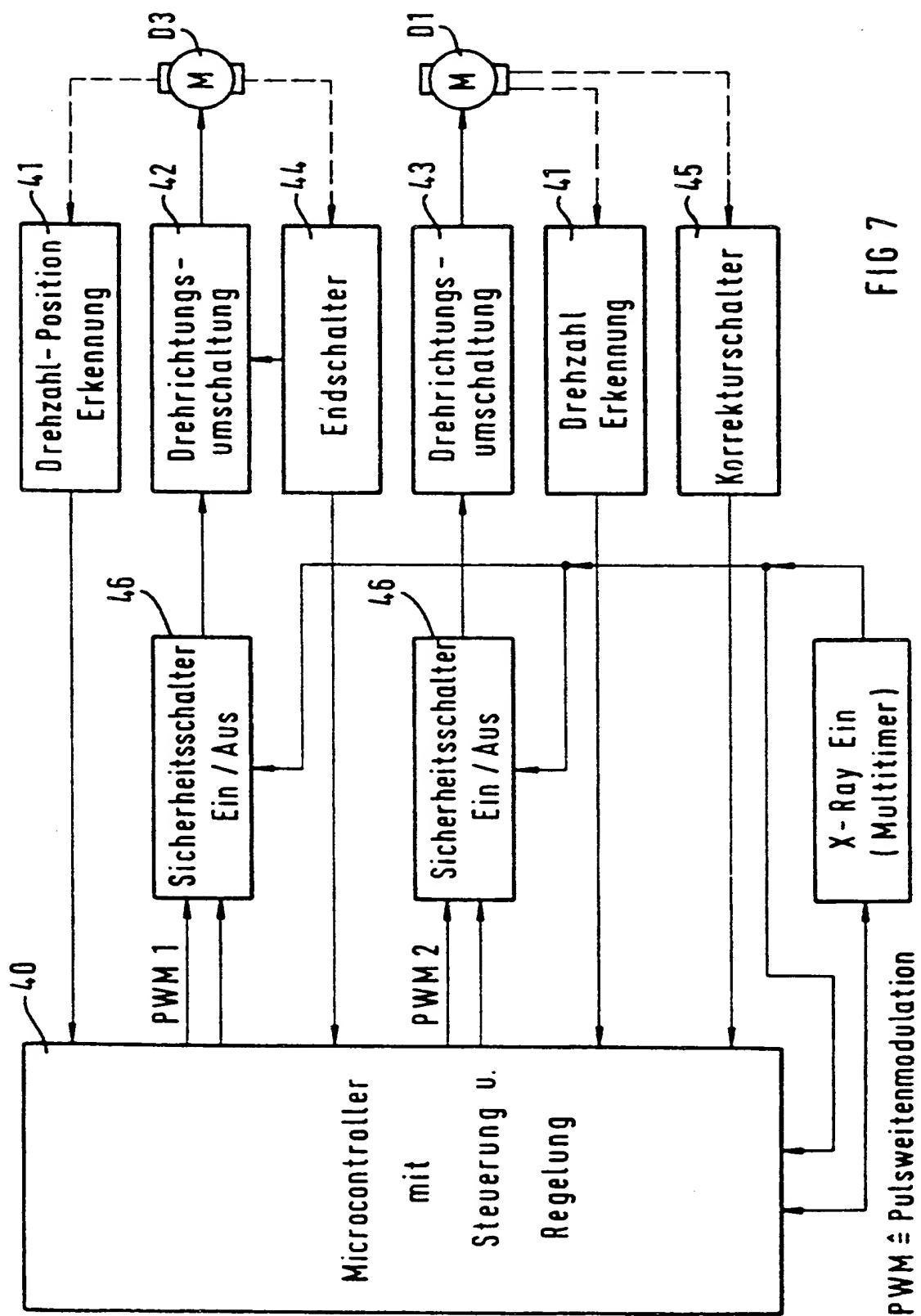


FIG 7

8  
FIG

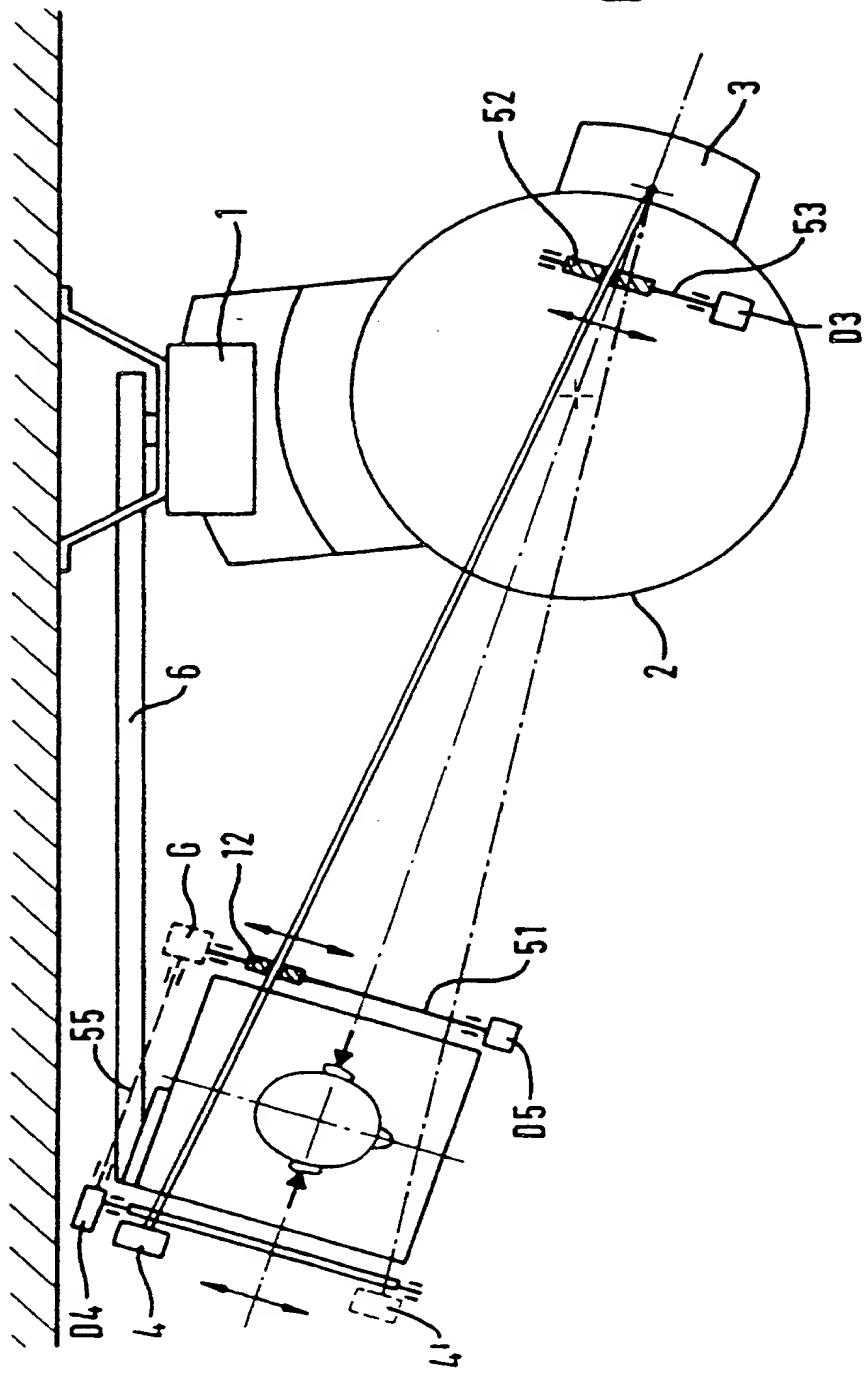


FIG 9

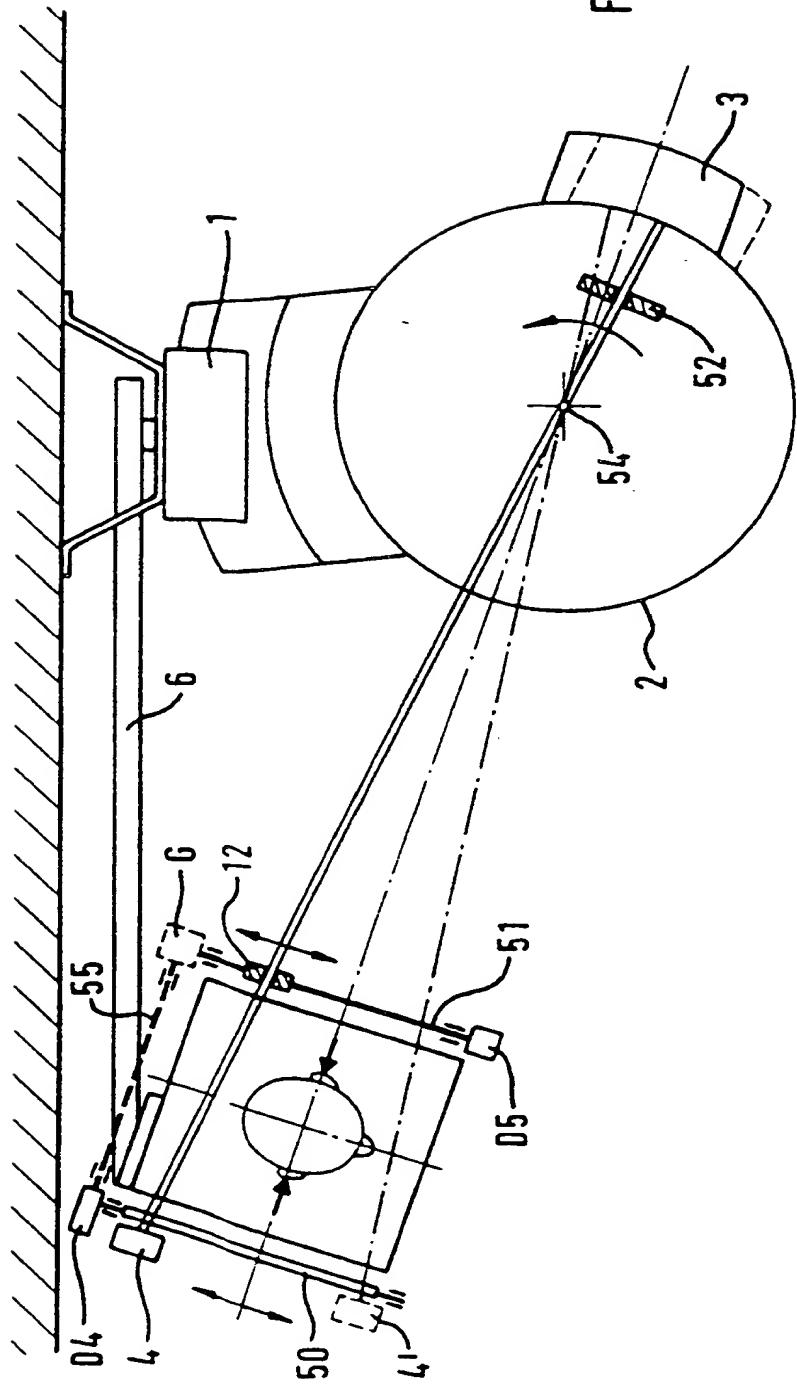
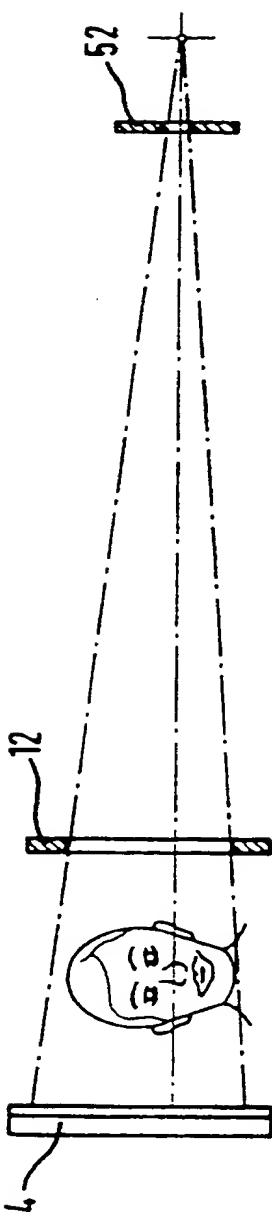
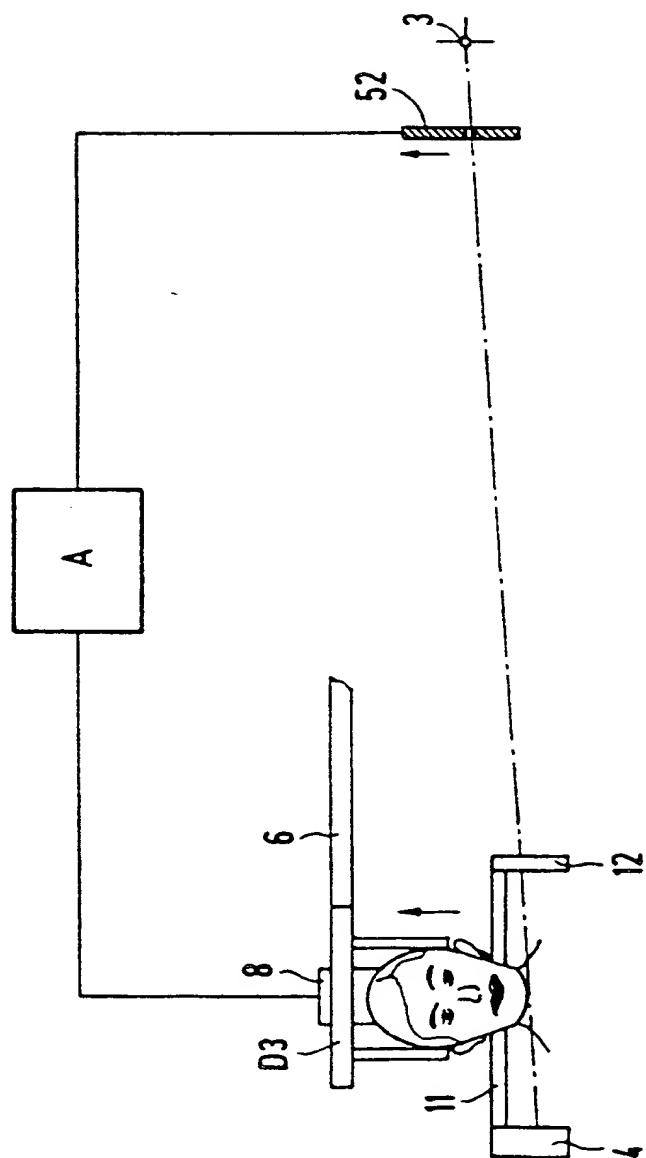


FIG 10





11

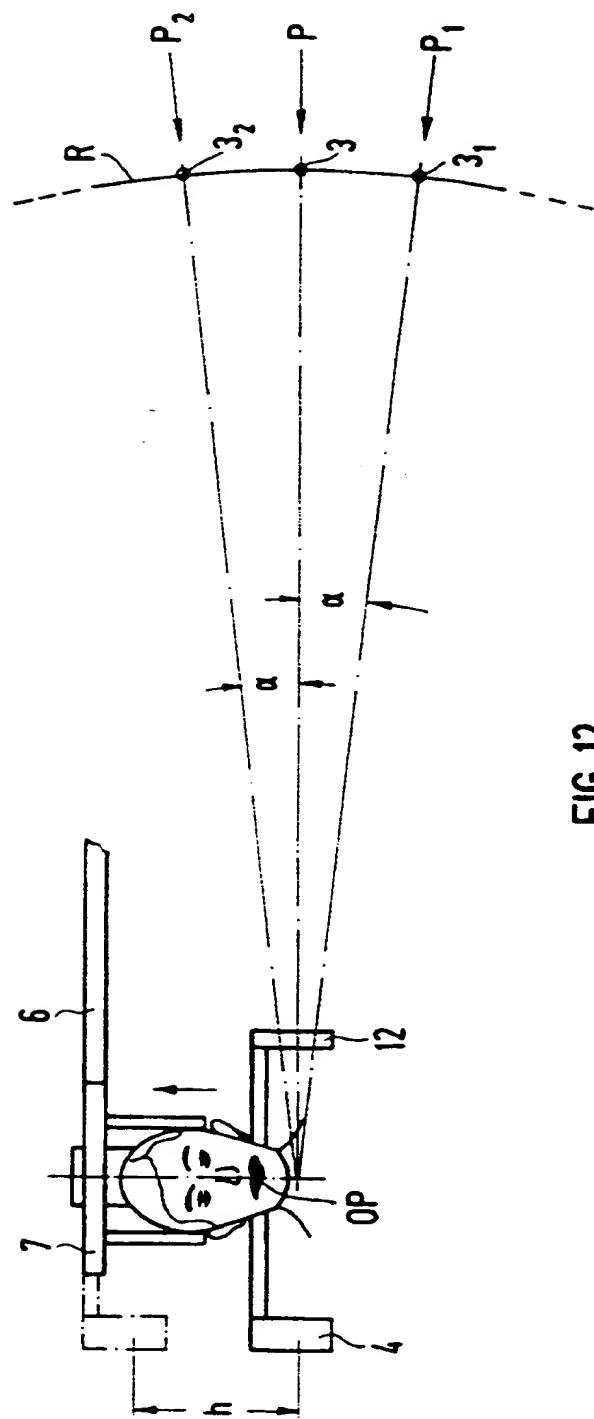


FIG 12

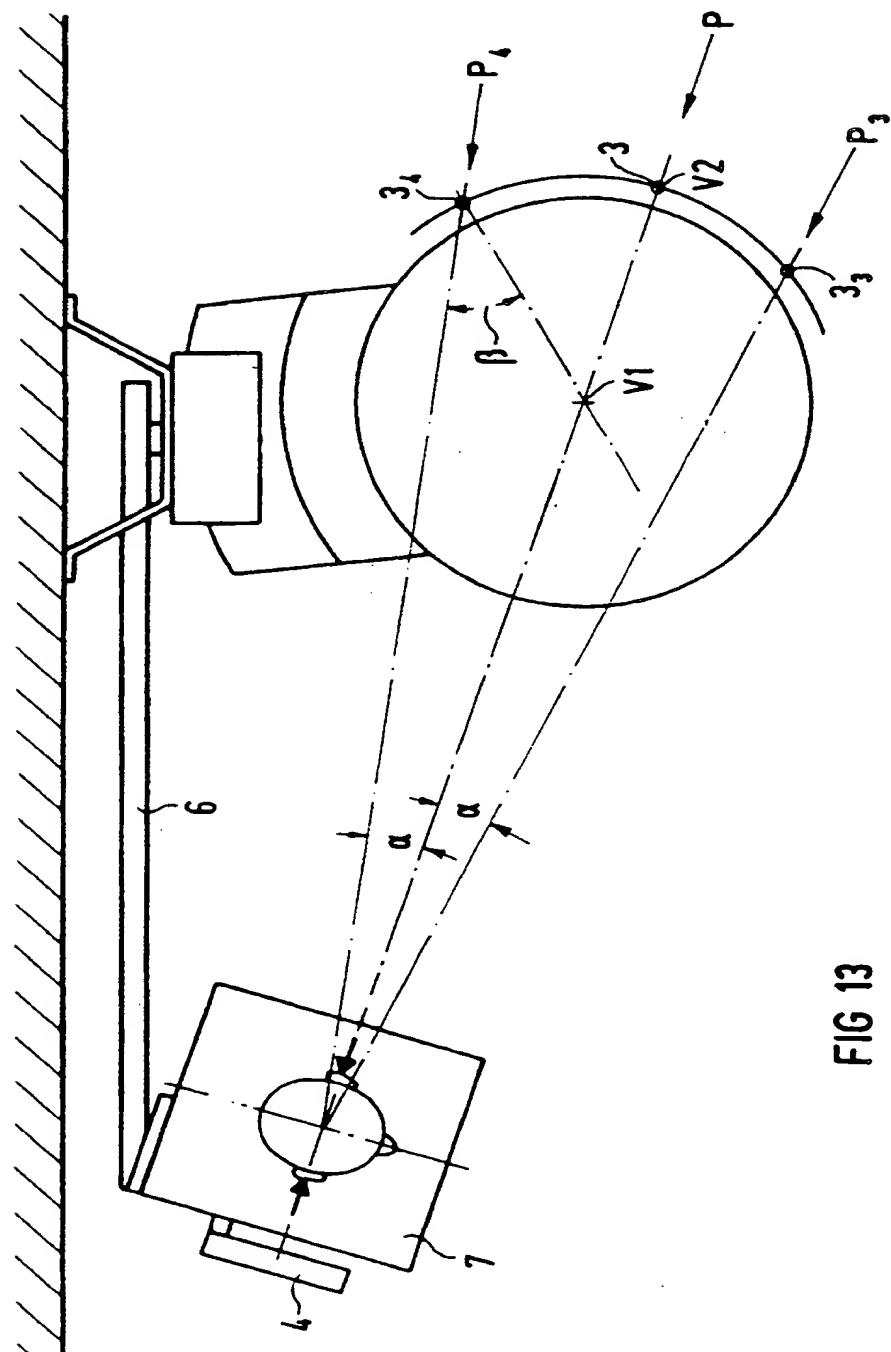


FIG 13

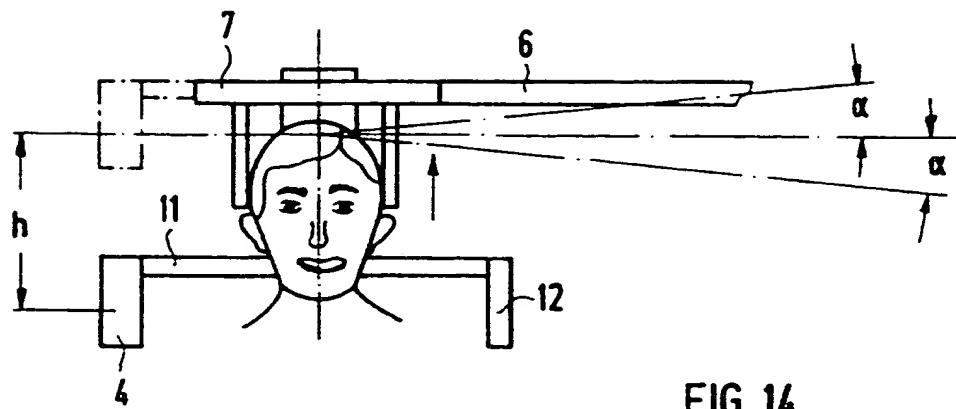


FIG 14

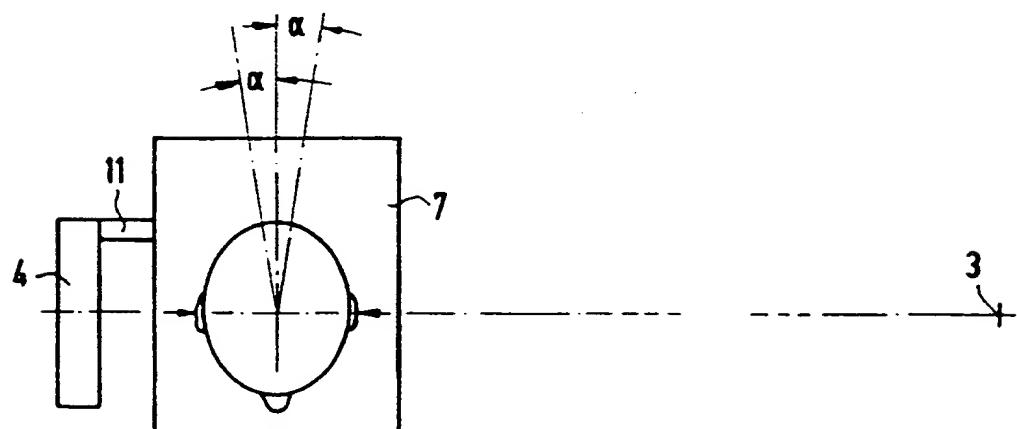


FIG 15

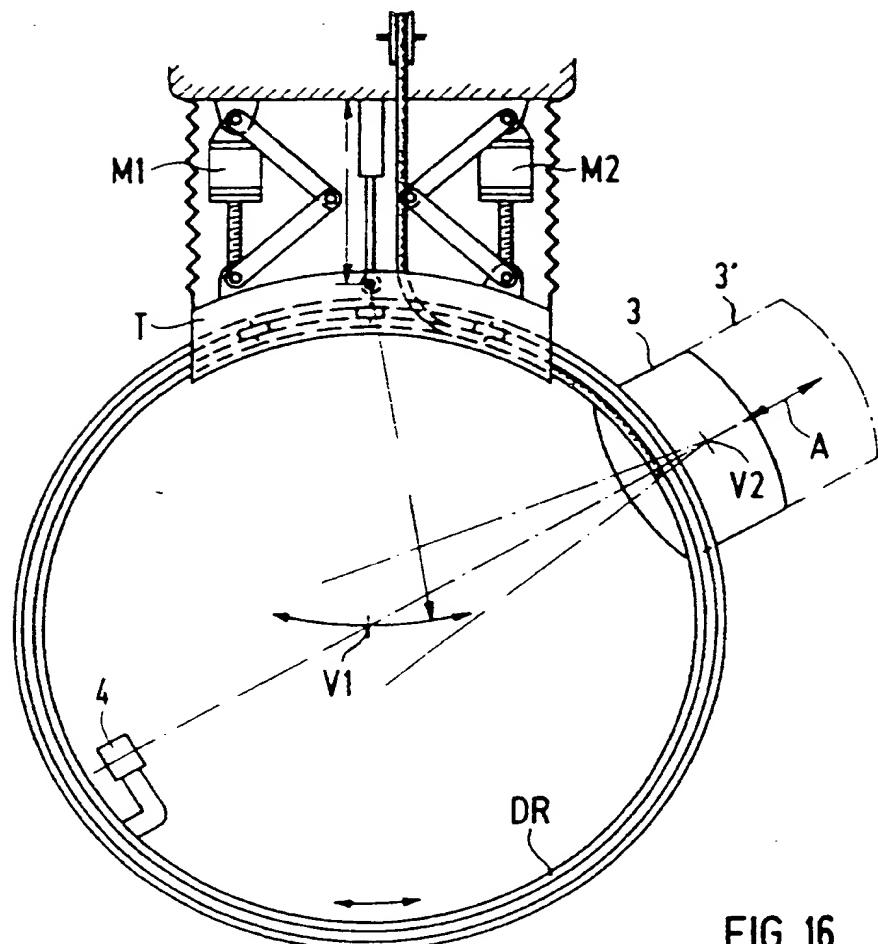


FIG 16

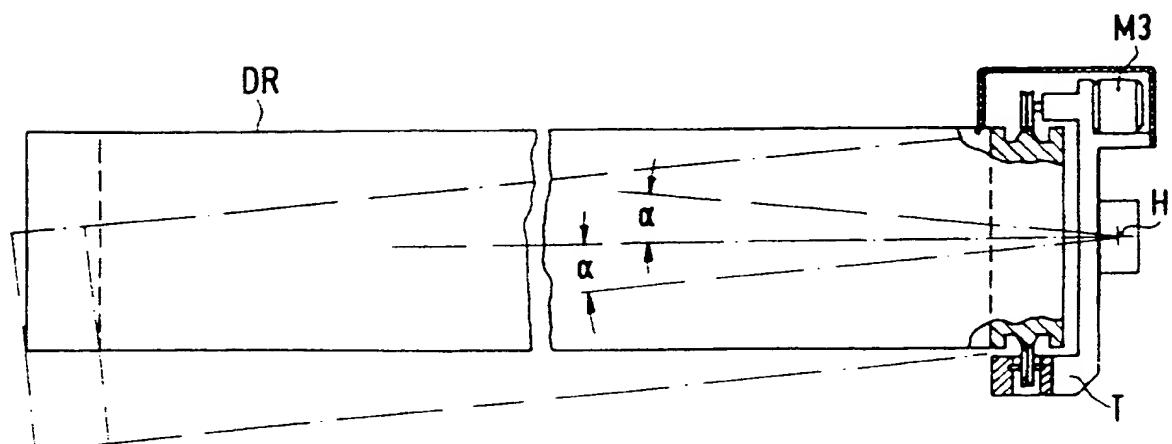


FIG 17



Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 94 10 9424

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
Y	EP-A-0 166 567 (PICKER INTERNATIONAL, INC.)	1, 5, 11, 12	A61B6/14 A61B6/00
A	* Seite 12, Zeile 9 - Seite 16, Zeile 1 * * Seite 20, Zeile 26 - Seite 23, Zeile 35; Abbildungen 1, 2, 5-10 *	2, 8-10	
Y	EP-A-0 279 293 (SIEMENS AG)	1, 5, 11, 12	
A	* Seite 2, Zeile 31 - Zeile 48; Abbildung 1 *	9	
A	US-A-5 214 686 (R.L. WEBBER) * Spalte 8, Zeile 15 - Spalte 10, Zeile 53; Abbildungen 4-8 *	1, 3, 9	
A	EP-A-0 035 307 (PHILIPS PATENTVERWALTUNG GMBH) * Seite 9, Zeile 7 - Seite 10, Zeile 1; Abbildungen 3-4 *	1, 3	
Y	EP-A-0 229 971 (SIEMENS AG)	1	RECHERCHIERTE SACHGEBiete (Int.Cl.6)
A	* Seite 3, Zeile 10 - Seite 7, Zeile 29; Abbildungen 1-3 *	6, 7	
A	EP-A-0 262 500 (SIEMENS AG) * Spalte 4, Zeile 28 - Spalte 7, Zeile 43; Abbildung 1 *	8	
A	DE-A-39 30 022 (K.K. MORITA SEISAKUSHO) * Spalte 2, Zeile 62 - Spalte 6, Zeile 59; Abbildungen 1-6 *	14-16	

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

Rechercheort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
BERLIN	10. Oktober 1994	Weihs, J
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument I : aus andern Gründen angetührtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument		